

DERWENT- 1995-121315

ACC-NO:

DERWENT- 200302

WEEK:

COPYRIGHT 2008 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Drive apparatus for piezoelectric actuator e.g. of precision microscope - incorporates charging and discharging FETs to control position of actuator by charging and discharging actuator using high voltage power supply

PATENT-ASSIGNEE: NIPPONDENSO CO LTD[NPDE]

PRIORITY-DATA: 1993JP-0213348 (August 4, 1993)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
JP 3358244 B2	December 16, 2002	N/A	010	H02N 002/00
JP 07046864 A	February 14, 1995	N/A	010	H02N 002/00

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
JP 3358244B2	N/A	1993JP-0213348	August 4, 1993
JP 3358244B2	Previous Publ.	JP 7046864	N/A
JP 07046864A	N/A	1993JP-0213348	August 4, 1993

INT-CL (IPC): G05D003/00, H01L041/09 , H02N002/00

ABSTRACTED-PUB-NO: JP 07046864A

BASIC-ABSTRACT:

The drive apparatus consists of a sensor (4) which detects the actual position during the vibration of a piezoelectric actuator (1) and provides an output to a differential amplifier (5). A reference position signal is given from a control circuit (3) to the amplifier. The error in the position is reflected in the output of the amplifier. When the error signal is positive, it is given out to a charging current control amplifier circuit (8) through a positive signal half-wave rectifier (6).

When the error is negative, it is given out through a negative signal half-wave rectifier (7) to a discharging current control amplifier circuit (9). The charging and discharging currents of the actuator are detected (16) to provide output to the amplifiers. Based on the detected value, a charge signal or a discharge signal is output from the charging or discharging current control amplifiers to charging or discharging FETs (14,15) respectively through either of the photocoupler (12,15). The charging FET charges the actuator with a high voltage power supply (2). The discharging FET discharges the current from the actuator. Thus the position of the piezoelectric actuator is controlled.

ADVANTAGE - Provides isolation between drive circuits and actuator circuit using photocoupler. Reduces number of parts and cost.

**CHOSEN-
DRAWING:** Dwg.1/8

**TITLE-
TERMS:** DRIVE APPARATUS PIEZOELECTRIC ACTUATE PRECISION
MICROSCOPE INCORPORATE CHARGE DISCHARGE FET
CONTROL POSITION ACTUATE CHARGE DISCHARGE
ACTUATE HIGH VOLTAGE POWER SUPPLY

DERWENT-CLASS: S01 S02 S03 T06 V06 X25

EPI-CODES: S01-J09; S02-J04B1; S03-E04R; T06-B02; V06-N07; X25-A02A;

SECONDARY-ACC-NO:

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N1995-095807

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-046864

(43)Date of publication of application : 14.02.1995

(51)Int.Cl.

H02N 2/00
G05D 3/00
H01L 41/09

(21)Application number : 05-213348

(71)Applicant : NIPPONDENSO CO LTD

(22)Date of filing : 04.08.1993

(72)Inventor : KUROKAWA HIDEKAZU

MIZUTANI KEN

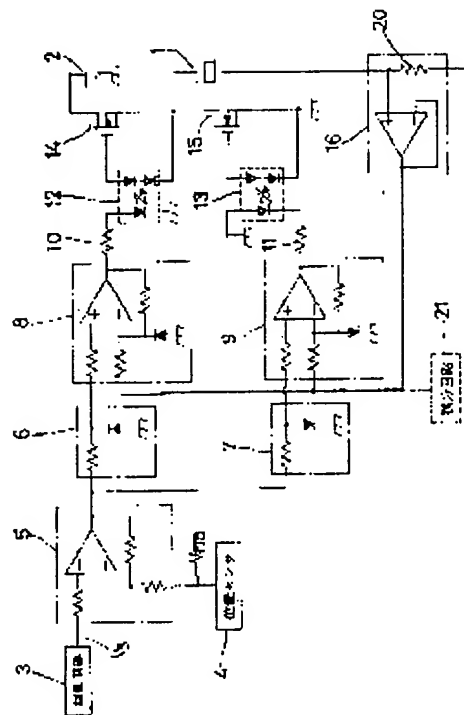
MIURA KAZUHIKO

(54) DRIVER FOR PIEZOELECTRIC ACTUATOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide an inexpensive miniature driver for piezoelectric actuator in which the number of components is decreased by transmitting analog signals directly from optical integrated circuits for transmitting charge and discharge signals, respectively, to charge and discharge switching means insulated from each other.

CONSTITUTION: An analog signal is transmitted directly from an optical integrated circuit 12 for transmitting charge signal to a charging FET 14 insulated therefrom. On the other hand, an analog signal is transmitted directly from an optical integrated circuit 13 for transmitting discharge signal to a discharge FET 15.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-46864

(43) 公開日 平成7年(1995)2月14日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 2 N 2/00	B	8525-5H		
G 0 5 D 3/00	G	9179-3H		
H 0 1 L 41/09		9274-4M	H 0 1 L 41/ 08	K

審査請求 未請求 請求項の数1 F D (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平5-213348

(22) 出願日 平成5年(1993)8月4日

(71) 出願人 000004260

日本電装株式会社

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72) 発明者 黒川 英一

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電装株式会社内

(72) 発明者 水谷 件

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電装株式会社内

(72) 発明者 三浦 和彦

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電装株式会社内

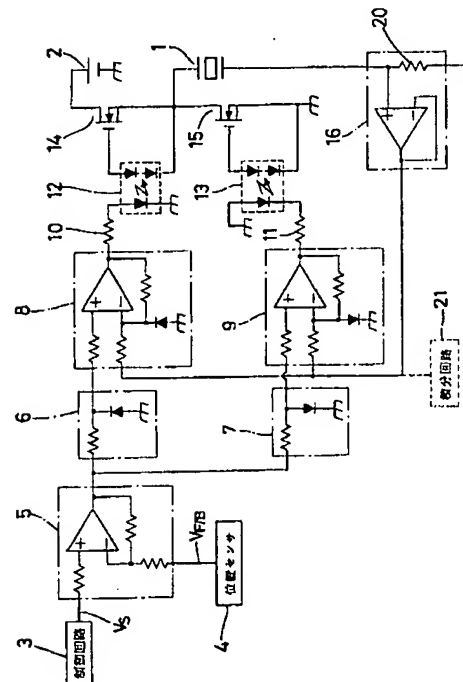
(74) 代理人 弁理士 後藤 勇作

(54) 【発明の名称】 圧電アクチュエータ用駆動装置

(57) 【要約】

【目的】 充電信号伝達光電集積回路および放電信号伝達光電集積回路からのアナログ信号を、絶縁された充電用スイッチング手段および放電用スイッチング手段にそれぞれ直接伝達することによって、部品点数が少なく、小型で安価な圧電アクチュエータ用駆動装置を提供する。

【構成】 充電信号伝達光電集積回路12のアナログ信号を絶縁された充電用電界効果トランジスタ14に直接に伝達する。また、放電信号伝達光電集積回路13のアナログ信号を絶縁された放電用電界効果トランジスタ15に直接に伝達する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 圧電アクチュエータの目標位置に応じた位置指令信号を出力する制御回路と、
 圧電アクチュエータの伸縮に伴う現実の位置を検出して位置信号を出力する位置センサと、
 前記制御回路からの位置指令信号と前記位置センサからの位置信号を比較増幅して正または負の信号を出力する差動増幅手段と、
 前記差動増幅手段の正の信号を充電電流制御用増幅手段に伝達する正信号半波整流手段および負の信号を放電電流制御用増幅手段に伝達する負信号半波整流手段と、
 現実の圧電アクチュエータに流れた電流を検出して信号を出力する充放電電流検出手段と、
 前記充放電電流検出手段からの検出信号と前記正信号半波整流手段の正の信号を比較増幅する充電電流制御用増幅手段、および前記充放電電流検出手段からの検出信号と前記負信号半波整流手段の負の信号を比較増幅する放電電流制御用増幅手段と、
 プラス電圧を発生する高圧電源と、
 前記高圧電源の電圧を圧電アクチュエータに充電するための充電用スイッチング手段および圧電アクチュエータの電圧を放電するための放電用スイッチング手段と、
 前記充電電流制御用増幅手段からの充電信号を絶縁された前記充電用スイッチング手段に伝達し該充電用スイッチング手段を作動させるための充電信号伝達光電集積回路、および前記放電電流制御用増幅手段からの放電信号を絶縁された放電用スイッチング手段に伝達し該放電用スイッチング手段を作動させるための放電信号伝達光電集積回路と、
 を具備することを特徴とする圧電アクチュエータ用駆動装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、圧電アクチュエータを駆動する駆動装置において、圧電アクチュエータを高精度に制御するために、最終段の充電電界効果トランジスタおよび放電電界効果トランジスタに、それぞれ充電信号および放電信号を充電信号伝達光電集積回路および放電信号伝達光電集積回路を介して伝達するようにした圧電アクチュエータ用駆動装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】圧電アクチュエータは、精密顕微鏡の焦点合わせやワークの精密位置決め、および工作機械の刃具やプレス機の型の精密位置決めなどに用いられ近年、高応答及び高精度な位置決めが可能なアクチュエータとして注目を集めている。該圧電アクチュエータは、電圧を印加することにより変位するが、この印加電圧により変位量を制御しようとすると、図4に示されるようなヒステリシスが発生するため、正確な位置決めを行ううえで障害となっている。この対策として、図5に示すよう

2

に、圧電アクチュエータを注入電荷量によって制御する方法（特開平1-99270号公報、特開平2-202384号公報）が、本出願人によって提案されている。これは、目標とする位置に変位させるために、一定の速度で定電荷を注入する方式であって、図6に示すように、圧電アクチュエータ71の電荷量と圧電アクチュエータ71の目標値とを電荷検出用のコンデンサ70にて比較し、その比較結果によりスイッチング素子としての充電用MOS-FET73および放電用MOS-FET74をオン・オフするようになっている。

【0003】ところが、図7に示すように、一定の速度で電荷を注入（充電）・注出（放電）するため、目標値の近傍では、圧電アクチュエータの応答遅れからオーバーシュートやチャタリングが発生してしまい、高速で精度の高い位置決めが困難である。又、逆にチャタリングの防止のために、電荷の注入速度を低下させると位置決め速度が遅くなってしまう。そこで、本出願人は、圧電アクチュエータを高速度・高精度で制御することができる圧電アクチュエータ用制御装置（特開平5-111266号公報）の提案を行っている。

【0004】前記圧電アクチュエータ用制御装置によると、図2に示すように、位置センサ7にて伸縮に応じた値が検出され、差動増幅回路8にて、位置センサ7による圧電アクチュエータ1の伸縮に応じた値と圧電アクチュエータ1の目標値との偏差が求められ、その偏差の応じた充・放電とすべく正の半波整流回路9及び負の半波整流回路10が制御される。そして、注入電荷量の高精度な制御をする為に最終段の絶縁した充電電界効果トランジスタ19及び放電電界効果トランジスタ30をリニア集積回路15、16を用いてリニア制御する方法である。この方法は、信号系の信号を最終段の充電電流調整リニア集積回路15及び放電電流調整リニア集積回路16に伝達するためにフォトカプラ27、38を用いている。これは、圧電アクチュエータ1が容量性負荷のため、印加されている電圧値によって伸縮エネルギーが決定されるから、充電電流調整リニア集積回路15が圧電アクチュエータ1の電圧をベース電圧として作動するため、信号系とは絶縁しなければならないためである。従って、フォトカプラ27、38の2次側はフォトトランジスタであり、2次側電圧をコントロールするシングルエンド素子である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記圧電アクチュエータ用制御装置によると、充電電流調整回路15を最終的に駆動し、圧電アクチュエータ1に電流を流すのは充電電界効果トランジスタ19である。この充電電界効果トランジスタ19を駆動するためには、ゲート・ソース間電圧（ V_{GS} ）が必要となるため、充電電界効果トランジスタ19の V_{GS} を発生させる電源（パワーソース）がなければ駆動できない。また、実

際に用いる場合には、圧電アクチュエータ1に流れる電流を充電用電界効果トランジスタ19を介して安定してリニアにコントロール（各素子の温度特性補正等を含む）するために、電源を用いて充電用電界効果トランジスタ19の V_{GS} をリニアにコントロールして印加しなければならないのでリニア集積回路21を用いている。また前述した理由から充電電流調整回路15は信号系と絶縁する必要があるため、この電源及びリニア集積回路21は信号系に対して絶縁された素子となる。また、電源を駆動するエネルギーは信号系電位しか与えることができない。従って、この電源は、信号系電位でエネルギーを与えられ（1次側）、2次側で圧電アクチュエータ1の電位をベースに2次側電圧を発生することとなる。以上述べたように、前記圧電アクチュエータ用制御装置では、入出力を絶縁したフローティング電源や、リニア集積回路が必要となるため、部品点数が増大し、大型で高価な駆動装置となってしまう、実用的でないという解決すべき課題があった。本発明は、上記課題を解決するためになされたもので、絶縁した充電用電界トランジスタ及び放電用電界効果トランジスタにアナログ信号を直接伝達することによって、部品点数が少なく、小型で安価な圧電アクチュエータ用駆動装置を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記課題を解決するための具体的手段として、圧電アクチュエータの目標位置に応じた位置指令信号を出力する制御回路と、圧電アクチュエータの伸縮に伴う現実の位置を検出して位置信号を出力する位置センサと、前記制御回路からの位置指令信号と前記位置センサからの位置信号を比較増幅して正または負の信号を出力する差動増幅手段と、前記差動増幅手段の正の信号を充電電流制御用増幅手段に伝達する正信号半波整流手段および負の信号を放電電流制御用増幅手段に伝達する負信号半波整流手段と、現実には圧電アクチュエータに流れた電流を検出して信号を出力する充放電電流検出手段と、前記充放電電流検出手段からの検出信号と前記正信号半波整流手段の正の信号を比較増幅する充電電流制御用増幅手段、および前記充放電電流検出手段からの検出信号と前記負信号半波整流手段の負の信号を比較増幅する放電電流制御用増幅手段と、プラス電圧を発生する高圧電源と、前記高圧電源の電圧を圧電アクチュエータに充電するための充電用スイッチング手段および圧電アクチュエータの電圧を放電するための放電用スイッチング手段と、前記充電電流制御用増幅手段からの充電信号を絶縁された前記充電用スイッチング手段に伝達し該充電用スイッチング手段を作動させるための充電信号伝達光電集積回路、および前記放電電流制御用増幅手段からの放電信号を絶縁された放電用スイッチング手段に伝達し該放電用スイッチング手段を作動させるための放電信号伝達光電集積回路とを具備

することを特徴とする圧電アクチュエータ用駆動装置が提供される。

【0007】

【作用】上記構成の圧電アクチュエータ用駆動装置によれば、差動増幅手段によって制御回路からの位置指令信号と位置センサからの位置信号が比較増幅され、充電電流制御用増幅手段が正信号半波整流手段からの正の信号と、充放電電流検出手段からの信号とを比較増幅し、また、放電電流制御用増幅手段が負信号半波整流手段からの負の信号と、充放電電流検出手段からの信号とを比較増幅し、そして、前記充電電流制御用増幅手段からの信号を充電信号伝達光電集積回路が充電用電界効果トランジスタに直接に伝達する。また、前記放電電流制御用増幅手段からの信号を放電信号伝達光電集積回路が放電用電界効果トランジスタに直接に伝達する。

【0008】

【実施例】本発明の圧電アクチュエータ用駆動装置の一実施例を添付図面を参照して説明する。図1は本実施例の全体構成を表す回路図である。図1中の圧電アクチュエータの構造は、図8に示すように、多数の電極板18と多数の圧電素子19を互いに1枚ずつ交互に積層して構成されている。そして、各圧電素子19は、電気的に並列に接続され、印加電圧の増減に応じて積層方向に伸縮するようになっている。

【0009】本実施例は、圧電アクチュエータ1と、充電用電源としての高圧電源2と、制御回路3と、位置センサ4と、差動増幅手段である差動増幅回路5と、正信号半波整流手段である正信号半波整流回路6と、負信号半波整流手段である負信号半波整流回路7と、充電電流制御用増幅手段である充電電流制御用増幅回路8と、放電電流制御用増幅手段である放電電流制御用増幅回路9と、充電信号伝達光電集積回路である充電信号伝達フォトボルIC（商品名）12と、放電信号伝達光電集積回路である放電信号伝達フォトボルIC（商品名）13と、充電用スイッチング手段である電界効果トランジスタ（FET）14と、放電用スイッチング手段である放電用電界効果トランジスタ（FET）15と、充放電電流検出手段である充放電電流検出回路16とから構成される。抵抗10及び抵抗11は、フォトボルIC12及びフォトボルIC13の1次側電流を制限するための抵抗である。

【0010】圧電アクチュエータ1に対し、充放電電流検出回路16内の電流検出抵抗20が直列に接続され、電流検出抵抗20の逆端子は接地されている。この電流検出抵抗は圧電アクチュエータ1の充放電動作に伴う圧電アクチュエータ1の充電電流と放電電流を検出するためのものである。そして、実際に圧電アクチュエータ1に流れている電流は、電流検出抵抗20の起電圧として発生し、圧電アクチュエータ1に充電しているときは正の電圧が、又放電している時は負の電圧が発生する。

5

【0011】フォトボルIC12、13は、1次側に流れる電流の大きさによって、2次側に電圧を発生するデバイスである。この2次側電圧によって最終段の充電用(MOS)FET14及び放電用(MOS)FET15を駆動する。また、一般的にフォトボルICは、2次側電流が小出力であるため、MOSFETのようにゲート電圧によって電流がコントロールでき、又ゲート電流が低電流でも作動することができるデバイスの制御に有効である。バイポーラトランジスタでも電流増幅率が大変大きく、微弱なベース電流でも作動可能な場合には使用することができる。

【0012】フォトボルIC12、13の1次側と2次側は完全に絶縁されているため、信号系と電力系とを電氣的に完全に分離して制御することができる。従って、本実施例において、圧電アクチュエータ1は容量性負荷であるため、印加電圧によって充電用FET14のソース電圧が上昇及び下降しても、充電信号伝達フォトボルIC12の2次側電圧は、充電用FET14のソース電圧に対する電圧として発生し、充電用MOSFET14のゲート電圧をコントロールし、圧電アクチュエータ1の充電電流を信号系によりコントロールする事が容易である。

【0013】パワーMOSFETである充電用FET14及び放電用FET15をドライブするには、約5V以上のゲート電圧が必要となる。フォトボルIC12、13の構造は、2次側に複数のフォトダイオードをアレイ状に接続し、1次側の赤外LED(発光ダイオード)から放射される光によって、2次側に起電力を発生させる。充電用FET14及び放電用FET15の必要なゲート電圧は、この起電力を利用することとなる。放電信号伝達フォトボルIC13及び放電用FET15も充電信号伝達フォトボルIC12及び充電用FET14と同様の機能を有する。

【0014】制御回路3は、圧電アクチュエータ1の目標位置に応じたレベルのアナログ指令信号(目標値信号) V_s を出力する。位置センサ4は、圧電アクチュエータ1の伸縮動作に伴う実際の位置を検出して、フィードバック信号 $V_{F/B}$ として出力する。仮に、図6に示す従来技術と同様に、電荷量で制御したい場合、充・放電電流検出回路16から、充電電流なら正の電圧として、又放電電流なら負の電圧として出力するため、図1中の破線で囲まれた積分回路21で積分し、位置センサ4のフィードバック信号 $V_{F/B}$ として用いれば、電荷量の制御が可能となる。差動増幅回路5は、図1に示すように、オペアンプと抵抗で構成され、非反転入力端子は、制御回路3からのアナログ指令信号 V_s を入力し、反転入力端子は、位置センサ4からのフィードバック信号 $V_{F/B}$ を入力する。

【0015】差動増幅回路5は、前記制御回路3からのアナログ指令信号 V_s と、前記位置センサ4からのフィ

6

ードバック信号 $V_{F/B}$ とを比較増幅して、アナログ指令信号 V_s がフィードバック信号 $V_{F/B}$ より大きいと、正の差動値を出力し、アナログ指令信号 V_s がフィードバック信号 $V_{F/B}$ より小さいと、負の差動値を出力する。正信号半波整流回路6は、図1に示すように、抵抗とダイオードの構成で差動増幅回路5からの信号を入力する。そして、ダイオードの整流により正の信号を出力する。負信号半波整流回路7は、正信号半波整流回路6と同様に、差動増幅回路5からの信号を入力し、ダイオードの整流で負の信号を出力する。

【0016】充電電流制御用増幅回路8は、図1に示すように、オペアンプと抵抗とダイオードで構成されている。この充電電流制御用増幅回路8のオペアンプの非反転入力端子は、正信号半波整流回路6からの正の信号(プラスの電圧)を入力し、オペアンプの反転入力端子は、充放電電流検出回路16からの信号を入力し、ダイオードの整流により、充電電流のみを正の信号として入力する。そして、正信号半波整流回路6の正の出力電圧と、充放電電流検出回路16からの正の出力電圧(充電電流値)とを比較増幅し出力する。

【0017】放電電流制御用増幅回路9は、図1に示すように、オペアンプと抵抗とダイオードで構成されている。この放電電流制御用増幅回路9のオペアンプの非反転入力端子は、負信号半波整流回路7からの負の信号(マイナスの電圧)を入力し、オペアンプの反転入力端子は、充放電電流検出回路16からの信号を入力し、ダイオードの整流により、放電電流のみを負の信号として入力する。そして、負信号半波整流回路7の負の出力電圧と、充放電電流検出回路16からの負の出力電圧(放電電流値)とを比較増幅し出力する。充電信号伝達フォトボルIC12の1次側の電流制限を行うべき抵抗10は、充電電流制御用増幅回路8からの正の電圧により、充電信号伝達フォトボルIC12の1次側電流値を決定する電圧-電流変換用の抵抗である。充電信号伝達フォトボルIC13の1次側の電流制限抵抗11は、放電電流制御用増幅回路9からの負電圧により、放電信号伝達フォトボルIC13の1次側電流値を決定する電圧-電流変換用の抵抗である。

【0018】そして、アナログ指令信号 V_s がフィードバック信号 $V_{F/B}$ より大きいときは、正信号半波整流回路6にて差動増幅回路5からの出力信号(正信号差動値)が整流され、充電側の後段の回路8、10、12、14を作動させる。この時、負信号半波整流回路7では、差動増幅回路5からの正の出力信号は、整流キャンセルされるため、放電側後段の回路9、11、13、15は停止したままである。一方、アナログ指令信号 V_s がフィードバック信号 $V_{F/B}$ より小さいと、負信号半波整流回路7にて差動増幅回路5の出力信号(負信号差動値)が整流されて、放電側の後段の回路9、11、13、15を作動させる。この時、正信号半波整流回路6

では、差動増幅回路5からの負の出力信号は整流キャンセルされるため、充電側後段回路8、10、12、14は停止したままである。一方、実際に圧電アクチュエータ1に流れている電流は充放電電流検出回路16内の電流検出抵抗20の起電圧として発生し、圧電アクチュエータ1に充電している時は正の電圧として、また放電している時は負の電圧として発生する。そして電流検出抵抗20からの信号は、オペアンプによりインピーダンス変換され出力される。

【0019】ここで、アナログ指令信号 V_s がフィードバック信号 $V_{F/B}$ より大きいと、充電電流制御用増幅回路8において、正信号半波整流回路6の出力電圧と充放電電流検出回路16の正の出力が比較増幅され、正信号半波整流回路6の信号が充放電電流検出回路16の正信号より大きい程、出力電圧は正電圧で大きくなる。一方、フィードバック信号 $V_{F/B}$ がアナログ指令信号 V_s より大きいと、放電電流制御用増幅回路9において、負信号半波整流回路7からの負の出力電圧と充放電電流検出回路16の負の出力が比較増幅され、負信号半波整流回路7の信号が充放電電流検出回路16の負信号より小さい程、出力電圧は小さくなる（負電圧のみ）。

【0020】そして、充電電流制御用増幅回路8からの信号が、充電信号伝達フォトボルIC12の1次側制限抵抗10を介して、充電信号伝達フォトボルIC12の1次側の発光ダイオードに流れ、2次側に電圧が発生する。ここで、充電信号伝達フォトボルIC12の2次側及び充電用FET14は、圧電アクチュエータ1の電位をベースとして接続されている為、充電用FET14のベース電圧は、圧電アクチュエータ1の電位に対してコントロールされることとなる。従って、充電電流制御用増幅回路8の正の信号が大きい程、充電信号伝達フォトボルIC12の発光ダイオードには大きな電流が流れ、2次側にも大きな電圧が発生する。そのため、充電用FET14のゲート電圧は高くなり、充電用FET14には大きな電流が流れる。反対に、充電電流制御用増幅回路8の正の信号が小さい程、充電信号伝達フォトボルIC12の発光ダイオードには、小さな電流が流れ2次側には小さな電圧が発生し、充電用FET14のゲート電圧を低くして、充電用FET14には小さな電流しか流れない。この電流は、高圧電源2から充電用FET14を介して圧電アクチュエータ1に流れて、圧電アクチュエータ1を駆動する。

【0021】充電用FET14を介して圧電アクチュエータ1に流れた充電電流は、充放電電流検出回路16によって検出され、充電電流制御用増幅回路8にフィードバックされて閉ループが形成される。充電伝達フォトボルIC12の温度特性等により、2次側電圧が変動してしまったり、また、充電用FET14のゲート・ソース間電圧 V_{GS} ・ドレイン電流 I_D の温度特性等により、正信号半波整流回路6からの信号で、圧電アクチュエータ

1の充電電流に温度特性を持ってしまう等の場合に、前記閉ループが充電電流補正用として使用される。例えば、正信号半波整流回路6からの信号が大きい時で充電電流が十分でなかった場合には、充放電電流検出回路16からの電圧は低い為、充電電流制御用増幅回路8によってさらに正信号が出力されることによって、温度特性を補正し、充電電流を広い温度範囲で安定して流すことができる。

【0022】同様に、差動増幅回路5の出力電圧が負の場合、負信号半波整流回路7を通り、放電電流制御用増幅回路9において充放電電流検出回路16からの負信号（放電電流）と比較されて、その差に応じた負信号が出力される。そして、放電信号伝達フォトボルIC13の1次側（発光ダイオード）のアノード側は接地されているため、放電電流制御用増幅回路9からの負信号により、放電信号伝達フォトボルIC13の1次側から、1次側電流制限抵抗11を介し、放電電流制御用増幅回路9に電流が流れる（放電信号伝達フォトボルIC13の1次側に電流が流れる）。そして、放電信号伝達フォトボルIC13の2次側電圧により放電用FET15をコントロールする。従って、放電電流制御用増幅回路9の負信号が小さい程、放電信号伝達フォトボルIC13の発光ダイオードには、大きな電流が流れ、2次側にも大きな電圧が発生し、放電用FET15のゲート電圧を高くして、放電用FET15には大きな電流が流れる。

【0023】反対に、放電電流制御用増幅回路9の負信号が大きい程（0Vに近い程）、放電信号伝達フォトボルIC13の発光ダイオードには、小さな電流が流れ、2次側にも小さな電圧が発生して、放電用FET15のゲート電圧を低くして、放電用FET15には、小さな電流が流れる。この電流は、圧電アクチュエータ1から放電用FET15を介して放電され、圧電アクチュエータ1は縮動作を行う。放電用FET15を介して圧電アクチュエータ1から流れた放電電流は、充放電電流検出回路16によって検出され、放電電流制御用増幅回路9にフィードバックされ、充電時と同様に閉ループが形成される。放電時の閉ループも前述した充電時の機能と同様である。

【0024】その結果、図3に示すように、アナログ指令信号 V_s がフィードバック信号 $V_{F/B}$ より大きい場合、その偏差の大小で充電電流の増減をして、圧電アクチュエータ1の作動遅れによって生ずるオーバーシュートやチャタリングを防止して速い伸長動作が可能となる。また、アナログ指令信号 V_s がフィードバック信号 $V_{F/B}$ より小さい場合は、その偏差の大小で圧電アクチュエータ1の放電電流を増減して、充電側と同様の効果を示す。このようにして、アナログ指令信号 V_s とフィードバック信号 $V_{F/B}$ の大小に基づいて、充放電電流を変更することによって、安定した位置決めを行う。

【0025】次に上記した本実施例の全体の作動につい

て説明する。位置センサ4により圧電アクチュエータ1の現実の伸縮に応じた位置を検出してフィードバック信号 $V_{F/B}$ を発信し、差動増幅回路5によって、前記フィードバック信号 $V_{F/B}$ と制御回路3からの圧電アクチュエータ1の位置の目標値であるアナログ指令値 V_s との偏差が求められる。そして、前記差動増幅回路5からの信号のうち、充電指令信号を正信号半波整流回路6で整流し、放電指令信号を負信号半波整流回路7で整流する。そして、実際に圧電アクチュエータ1に流れている電流を、充放電電流検出回路16で検出し、充電時には、その検出信号と正信号半波整流回路6の信号を、充電電流制御用増幅回路8にて比較増幅して補正する。また、放電時には、前記充放電電流検出回路16の信号と負信号半波整流回路7の信号を、放電電流制御用増幅回路9にて比較増幅して補正する。該補正された信号により充電信号伝達フォトボルIC12に流れる1次側電流を電流制限抵抗10を介して補正制御する。また、前記補正された放電電流制御用増幅回路9からの信号により放電伝達フォトボルIC13に流れる1次側電流を電流制限抵抗11を介して補正制限する。その結果、圧電アクチュエータ1の作動遅れによって生ずるオーバーシュートやチャタリングを防止し、圧電アクチュエータ1を高速度、高精度で制御する。

【0026】以上述べたように、本実施例によると圧電アクチュエータ1に充電電流を流す充電用FET14を駆動するための電源（パワーソース）は、充電信号伝達フォトボルIC12の2次側で発生することができるため、圧電アクチュエータ1のような容量性負荷のものを制御する場合には大変有効である。また、充電信号伝達フォトボルIC12の2次側電圧は、微小しか電流が流せないためFETのようにゲートのインピーダンスが高く、FETを駆動するための電流をあまり必要としないデバイスとの組み合わせも大変有効である。これにより、フローティング電源及びリニア制御ICが不要となり、小型で安価な圧電アクチュエータ用駆動装置の構成が可能となる。

【0027】本実施例における差動増幅回路5、正信号半波整流回路6、負信号半波整流回路7、充電電流制御用増幅回路8、放電電流制御用増幅回路9、及び充放電電流検出回路16の回路構成は、図1に示したものに限定されるものではなく、一般的に知られている回路構成の一例にすぎない。従って、これらの機能を満足する回路構成であれば良い。また、本実施例に適合可能なフォトボルICの具体的商品名としては、東芝社製赤外LE

D+フォトダイオードアレイTLP591Aなどである。

【0028】本発明は、上記実施例に限定されるものではなく、例えば、油圧システムに圧電アクチュエータを応用する場合（圧電アクチュエータの伸縮により油圧の増減を行う場合）には、位置センサ4の代わりに油圧センサを用いても良い。また圧電アクチュエータを注入電荷量に応じて制御する場合には、位置センサ4の代わりに電荷検出センサを用いても良い。例えば、図1の破線で示した積分回路のように、充放電電流検出回路16から充電電流値（正電圧）や放電電流値（負電圧）が出力され、それらの値を積分回路で積分して、位置積分4の代わりに電荷検出センサとして用いることによって可能となる。

【0029】

【発明の効果】本発明の圧電アクチュエータ用駆動装置は上記した構成を有し、部品点数が少なく、小型で安価であるという優れた効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例の電氣的構成を示す回路図である。

【図2】従来例の電氣的構成を示す回路図である。

【図3】充放電時の電流と信号の関係を示すタイムチャートである。

【図4】圧電アクチュエータの印加電圧と変位量との関係を示すグラフである。

【図5】圧電アクチュエータの注入電荷量と変位量との関係を示すグラフである。

【図6】従来例の電氣的構成を示す回路図である。

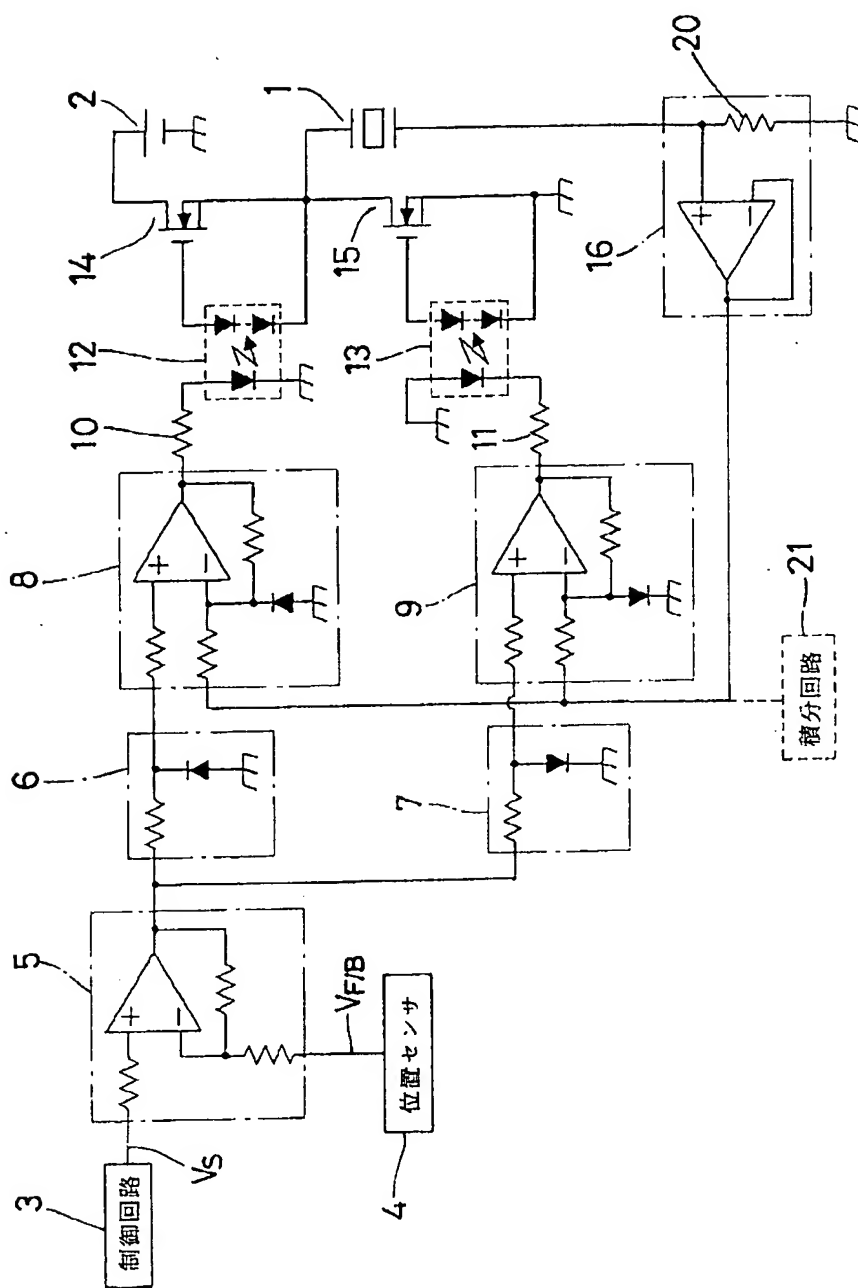
【図7】従来の圧電アクチュエータ用制御装置におけるタイムチャートである。

【図8】圧電アクチュエータの構造を示す分解斜視図である。

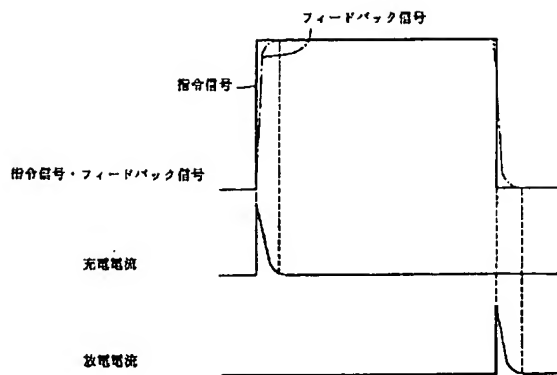
【符号の説明】

1...圧電アクチュエータ、 2...高圧電源、 3...制御回路、 4...位置センサ、 5...差動増幅回路、 6...正信号半波整流回路、 7...負信号半波整流回路、 8...充電電流制御用増幅回路、 9...放電電流制御用増幅回路、 12...充電信号伝達用光電集積回路（フォトボルIC）、 13...放電信号伝達用光電集積回路（フォトボルIC）、 14...充電用電界効果トランジスタ（FET）、 15...放電用電界効果トランジスタ（FET）、 16...充放電電流検出回路。

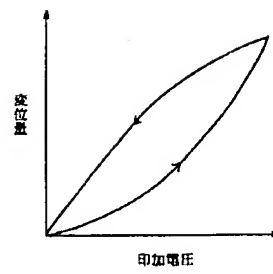
【図1】



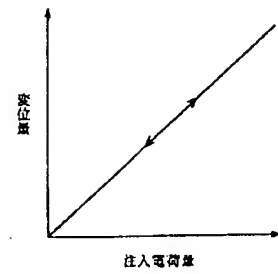
【図3】



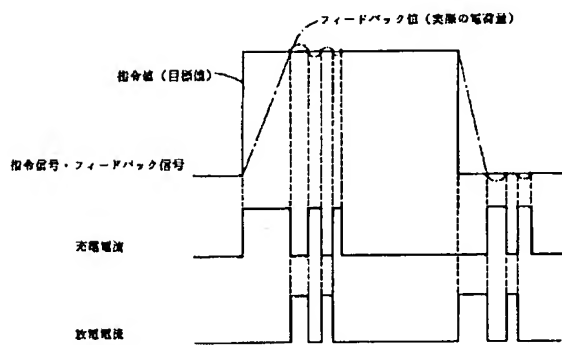
【図4】



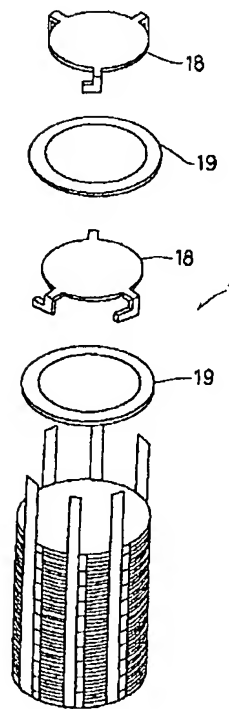
【図5】



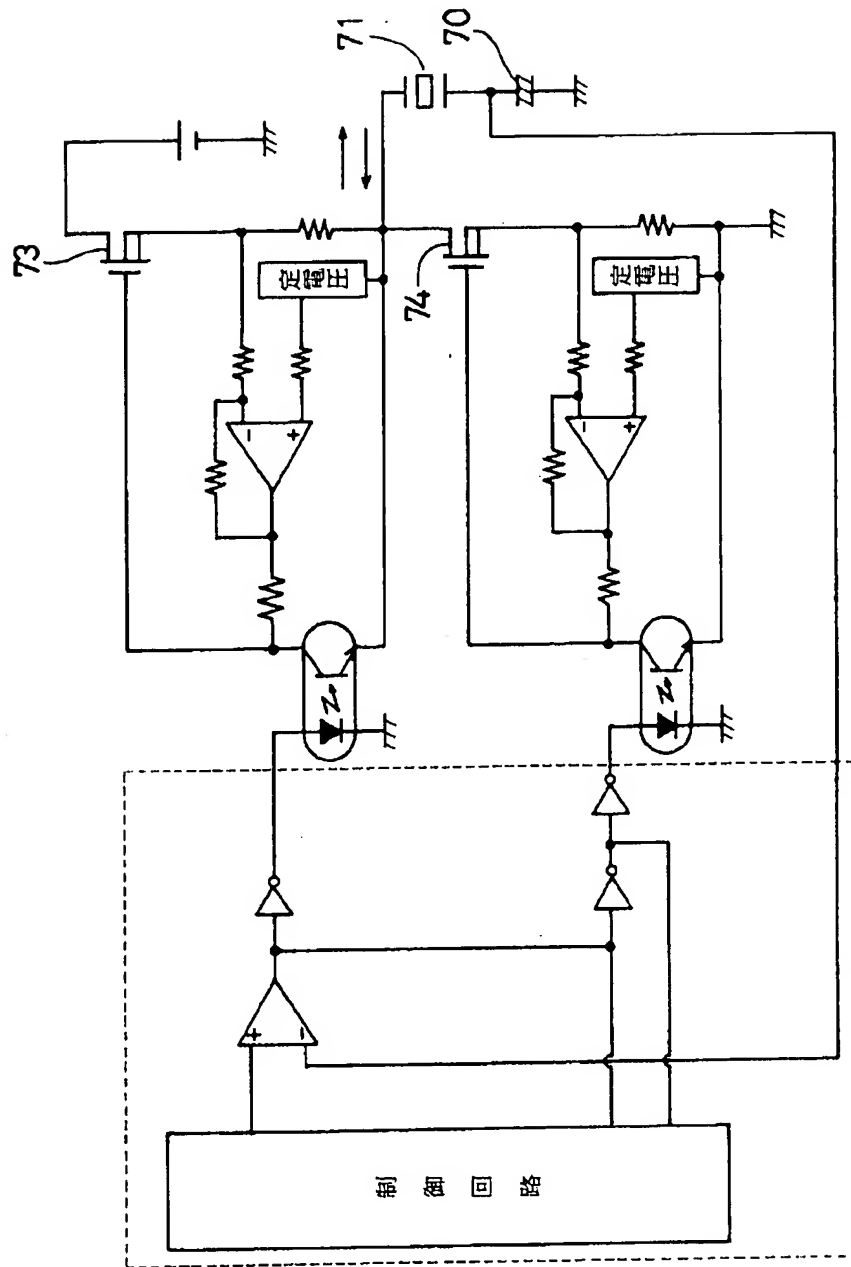
【図7】



【図8】



【図6】



* NOTICES *

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application]In order that this invention may control an electrostrictive actuator with high precision in the drive which drives an electrostrictive actuator, It is related with the drive for electrostrictive actuators it was made to transmit a charging signal and a discharge signal to the charge field effect transistor and discharge field effect transistor of a final stage via a charging signal transfer photoelectrical integrated circuit and a discharge signal transduction photoelectrical integrated circuit, respectively.

[0002]

[Description of the Prior Art]An electrostrictive actuator is used for focusing of a precision microscope, a precise position arrangement of a work, a precise position arrangement of the cutting tool of a machine tool, and the mold of a pressing machine, etc., and attracts attention in recent years as an actuator in which a high response and highly precise positioning is possible. Although this electrostrictive actuator is displaced by impressing voltage, since a hysteresis as shown in drawing 4 will occur if it is going to control the amount of displacement by this impressed electromotive force, when it performs exact positioning, it has been an obstacle. As shown in this measure and drawing 5, the method (JP,1-99270,A, JP,2-202384,A) of controlling an electrostrictive actuator by the amount of injected charges is proposed by these people. In order that this may displace a target position, as it is a method which pours in a constant electric charge at a fixed speed and shows drawing 6, The capacitor 70 for electric charge detection compares the charge quantity of the electrostrictive actuator 71, and the desired value of the electrostrictive actuator 71, and MOS-FET73 for charge as a switching element and MOS-FET74 for discharge are turned on and off by the comparison result.

[0003]However, as shown in drawing 7; in order to pour in and (charge) pour out an electric charge at a fixed speed (discharge), near the desired value, overshooting and chattering occur

from the response delay of an electrostrictive actuator, and high-precision positioning is difficult at high speed. Conversely, if the grouting velocity of an electric charge is reduced for prevention of chattering, positioning speed will become slow. Then, these people are proposing the control device for electrostrictive actuators (JP,5-111266,A) which is high-speed and highly precise and can control an electrostrictive actuator.

[0004]According to said control device for electrostrictive actuators, as shown in drawing 2, the value according to elasticity is detected with the position sensing device 7, The deviation of the value according to elasticity of the electrostrictive actuator 1 and the desired value of the electrostrictive actuator 1 by the position sensing device 7 is called for, and the positive half wave rectifier circuit 9 and the negative half wave rectifier circuit 10 are controlled by the differential amplifying circuit 8 that it should consider as ** and discharge to which the deviation responded. And in order to carry out highly precise control of the amount of injected charges, it is the method of carrying out linear control of the charge field effect transistor 19 and the discharge field effect transistor 30 which the final stage insulated using the linear integratd circuit 15 and 16 **. In order to transmit the signal of a signal system to the charging current adjustment linear integratd circuit 15 and the discharge current adjustment linear integratd circuit 16 of a final stage, the photocouplers 27 and 38 are used for this method. A signal system is for having to insulate in order that the charging current adjustment linear integratd circuit 15 may operate considering the voltage of the electrostrictive actuator 1 as base voltage, since elastic energy is determined by the pressure value to which this is impressed since the electrostrictive actuator 1 is a capacitive load. Therefore, the secondary of the photocouplers 27 and 38 is a photo-transistor, and is a single-ended element which controls secondary voltage.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]However, according to said control device for electrostrictive actuators, the field effect transistor 19 for charge drives the charging current equalization circuit 15 eventually, and sends current through the electrostrictive actuator 1. Since the voltage between gate sauce (V_{GS}) is needed in order to drive this field effect transistor 19 for charge, it cannot drive without the power supply (power source) which generates V_{GS} of the field effect transistor 19 for charge. In actually using, in order to be stabilized via the field effect transistor 19 for charge and to control linearly the current which flows into the electrostrictive actuator 1 (temperature-characteristics amendment of each element, etc. are included), Since V_{GS} of the field effect transistor 19 for charge must be controlled linearly and must be impressed using a power supply, the linear integratd circuit 21 is used. Since it mentioned above and it is necessary to insulate the charging current equalization circuit 15 with a signal system, this power supply and linear integratd circuit 21

serve as an element insulated to the signal system. The energy which drives a power supply can give only signal system potential. Therefore, this power supply can give energy with signal system potential (primary side), and will generate secondary voltage in a secondary based on the potential of the electrostrictive actuator 1. With said control device for electrostrictive actuators, as stated above, since the floating power source which insulated input and output, and a linear integratd circuit were needed, part mark increased, it became a large-sized and expensive drive, and the issue which should be solved were not practical occurred. By having been made in order to solve an aforementioned problem, and carrying out direct transmission of the analog signal to the electric field transistor for charge and the field effect transistor for discharge which were insulated, this invention has few part mark and an object of this invention is to provide the small and cheap drive for electrostrictive actuators.

[0006]

[Means for Solving the Problem]A control circuit which outputs a position instruction signal according to a target position of an electrostrictive actuator as a concrete means for this invention to solve an aforementioned problem, A position sensing device which detects an actual position accompanying elasticity of an electrostrictive actuator, and outputs a position signal, A differential amplifier means to carry out comparison amplification of a position instruction signal from said control circuit, and the position signal from said position sensing device, and to output a positive or negative signal, A negative signal half-wave rectification means to transmit the Masanobu item half-wave rectification means and a negative signal which transmit a positive signal of said differential amplifier means to an amplifying means for charging current control to an amplifying means for discharge current control, A charge and discharge current detection means to detect current which flowed into an electrostrictive actuator actually, and to output a signal, An amplifying means for charging current control which carries out comparison amplification of a detecting signal from said charge and discharge current detection means, and the positive signal of said Masanobu item half-wave rectification means, And an amplifying means for discharge current control which carries out comparison amplification of a detecting signal from said charge and discharge current detection means, and the negative signal of said negative signal half-wave rectification means, A switching means for discharge for discharging voltage of a switching means for charge for charging voltage of a high voltage power supply which generates positive voltage, and said high voltage power supply at an electrostrictive actuator, and an electrostrictive actuator, A charging signal transfer photoelectrical integrated circuit for transmitting to said switching means for charge from which a charging signal from said amplifying means for charging current control was insulated, and operating this switching means for charge, And a drive for electrostrictive actuators possessing a discharge signal transduction photoelectrical integrated circuit for transmitting to a switching means for discharge from which a discharge signal from

said amplifying means for discharge current control was insulated, and operating this switching means for discharge is provided.

[0007]

[Function]According to the drive for electrostrictive actuators of the above-mentioned composition, by a differential amplifier means, comparison amplification is carried out by the position instruction signal from a control circuit, and the position signal from a position sensing device, and The signal of the Masanobu item half-wave rectification means positive in the amplifying means for charging current control, Carry out comparison amplification and the signal from a charge and discharge current detection means The signal of a negative signal half-wave rectification means negative in the amplifying means for discharge current control, Comparison amplification of the signal from a charge and discharge current detection means is carried out, and a charging signal transfer photoelectrical integrated circuit transmits directly the signal from said amplifying means for charging current control to the field effect transistor for charge. A discharge signal transduction photoelectrical integrated circuit transmits directly the signal from said amplifying means for discharge current control to the field effect transistor for discharge.

[0008]

[Example]One example of the drive for electrostrictive actuators of this invention is described with reference to an accompanying drawing. Drawing 1 is a circuit diagram showing the entire configuration of this example. It laminates many electrode plates 18 and many one piezoelectric element 19 of each other at a time by turns, and the structure of the electrostrictive actuator in drawing 1 is constituted, as shown in drawing 8. And it is electrically connected in parallel, and expands each piezoelectric element 19 and contracts in a laminating direction according to the change in impressed electromotive force.

[0009]This example The electrostrictive actuator 1 and the high voltage power supply 2 as a power supply for charge, The control circuit 3, the position sensing device 4, and the differential amplifying circuit 5 that is differential amplifier means, The Masanobu item half wave rectifier circuit 6 which is the Masanobu item half-wave rectification means, and the negative signal half wave rectifier circuit 7 which is negative signal half-wave rectification means, The amplifying circuit 8 for charging current control which is an amplifying means for charging current control, and the amplifying circuit 9 for discharge current control which is the amplifying means for discharge current control, Charging signal transfer Foto Bolu IC(trade name) 12 which is charging signal transfer photoelectrical accumulation accumulation, Discharge signal transduction Foto Bolu IC(trade name) 13 which is discharge signal transduction photoelectrical accumulation accumulation, It comprises the field effect transistor (FET) 14 which is a switching means for charge, the field effect transistor (FET) 15 for discharge which is the switching means for discharge, and the charge and discharge current

detector circuit 16 which is charge and discharge current detection means. The resistance 10 and the resistance 11 are resistance for restricting the primary side current of Foto Bolu IC12 and Foto Bolu IC13.

[0010]To the electrostrictive actuator 1, the current sensing resistor 20 in the charge and discharge current detector circuit 16 is connected in series, and the reverse terminal of the current sensing resistor 20 is grounded. This current sensing resistor is for detecting the charging current and discharge current of the electrostrictive actuator 1 accompanying charge-and-discharge operation of the electrostrictive actuator 1. And it generates as an electromotive voltage of the current sensing resistor 20, and when having charged [the electrostrictive actuator 1] the current which is actually flowing into the electrostrictive actuator 1, while positive voltage is discharging again, negative voltage generates it.

[0011]FOTOBORU ICs 12 and 13 are devices which generate voltage in a secondary with the size of the current which flows into a primary side. FET14 for charge (MOS) of a final stage and FET15 for discharge (MOS) are driven with this secondary voltage. Generally, since secondary current is a small output, Foto Bolu IC is effective in control of the device which can control current with gate voltage like MOSFET and with which gate current can operate also by low current. A bipolar transistor or current gain is very large, and it can be used when it can operate also by weak base current.

[0012]Since it is insulated thoroughly, a primary FOTOBORU ICs 12 and 13 side and a secondary can be separated thoroughly electrically, and can control a signal system and a power system. Therefore, since the electrostrictive actuator 1 is a capacitive load in this example, Even if the source voltage of FET14 for charge rises and descends with impressed electromotive force, the secondary voltage of charging signal transfer Foto Bolu IC12, It is easy to generate as voltage to the source voltage of FET14 for charge, to control the gate voltage of MOSFET14 for charge, and to control the charging current of the electrostrictive actuator 1 by a signal system.

[0013]In order to drive FET14 for charge and FET15 for discharge which are power metal-oxide semiconductor field effect transistor, the gate voltage of not less than about 5v is needed. The structure of FOTOBORU ICs 12 and 13 connects two or more photo-diodes to array form at a secondary, and makes a secondary generate electromotive force by the light emitted from infrared LED (light emitting diode) by the side of primary. The required gate voltage of FET14 for charge and FET15 for discharge will use this electromotive voltage. Discharge signal transduction Foto Bolu IC13 and FET15 for discharge have the same function as charging signal transfer Foto Bolu IC12 and FET14 for charge.

[0014]The control circuit 3 outputs analog command signal (desired value signal) V_s of the level according to the target position of the electrostrictive actuator 1. The position sensing device 4 detects the actual position accompanying the expanding action of the electrostrictive

actuator 1, and outputs it as feedback signal $V_{F/B}$. Since it outputs as negative voltage as positive voltage from the charge and discharge current detector circuit 16 like the conventional technology shown in drawing 6 temporarily to control by charge quantity if it is discharge current if it is charging current, If the integration circuit 21 surrounded with the dashed line in drawing 1 is integrated and it uses as feedback signal $V_{F/B}$ of the position sensing device 4, it will become controllable [charge quantity]. As the differential amplifying circuit 5 is shown in drawing 1, it comprises an operational amplifier and resistance, a non-inversed input terminal inputs analog command signal V_S from the control circuit 3, and an inversed input terminal inputs feedback signal $V_{F/B}$ from the position sensing device 4.

[0015]The differential amplifying circuit 5 Analog command signal V_S from said control circuit 3, Comparison amplification of the feedback signal $V_{F/B}$ from said position sensing device 4 is carried out, If analog command signal V_S is larger than feedback signal $V_{F/B}$, a positive differential value will be outputted, and if analog command signal V_S is smaller than feedback signal $V_{F/B}$, a negative differential value will be outputted. The Masanobu item half wave rectifier circuit 6 inputs the signal from the differential amplifying circuit 5 with the composition of resistance and a diode, as shown in drawing 1. And a positive signal is outputted by rectification of a diode. Like the Masanobu item half wave rectifier circuit 6, the negative signal half wave rectifier circuit 7 inputs the signal from the differential amplifying circuit 5, and outputs a negative signal by rectification of a diode.

[0016]The amplifying circuit 8 for charging current control comprises an operational amplifier, resistance, and a diode, as shown in drawing 1. The non-inversed input terminal of the operational amplifier of this amplifying circuit 8 for charging current control, Inputting the positive signal (voltage of plus) from the Masanobu item half wave rectifier circuit 6, the inversed input terminal of an operational amplifier inputs the signal from the charge and discharge current detector circuit 16, and inputs only charging current as a positive signal by rectification of a diode. And comparison amplification is carried out and the positive output voltage of the Masanobu item half wave rectifier circuit 6 and the positive output voltage (charging current value) from the charge and discharge current detector circuit 16 are outputted.

[0017]The amplifying circuit 9 for discharge current control comprises an operational amplifier, resistance, and a diode, as shown in drawing 1. The non-inversed input terminal of the operational amplifier of this amplifying circuit 9 for discharge current control, Inputting the negative signal (voltage of minus) from the negative signal half wave rectifier circuit 7, the inversed input terminal of an operational amplifier inputs the signal from the charge and

discharge current detector circuit 16, and inputs only discharge current as a negative signal by rectification of a diode. And comparison amplification is carried out and the negative output voltage of the negative signal half wave rectifier circuit 7 and the negative output voltage (discharge current value) from the charge and discharge current detector circuit 16 are outputted. The resistance 10 which should perform current limiting by the side of [charging signal transfer Foto Bolu IC12] primary is resistance for voltage-current conversion which determines the primary side current value of charging signal transfer Foto Bolu IC12 with the positive voltage from the amplifying circuit 8 for charging current control. The current limiting resistor 11 by the side of [charging signal transfer Foto Bolu IC13] primary is resistance for voltage-current conversion which determines the primary side current value of discharge signal transduction Foto Bolu IC13 with the negative voltage from the amplifying circuit 9 for discharge current control.

[0018]And when analog command signal V_S is larger than feedback signal $V_{F/B}$, the output signal (Masanobu item differential value) from the differential amplifying circuit 5 is rectified in the Masanobu item half wave rectifier circuit 6, and the circuits 8, 10, 12, and 14 of the latter part by the side of charge are operated. Since rectification cancellation of the positive output signal from the differential amplifying circuit 5 is carried out in the negative signal half wave rectifier circuit 7 at this time, the circuits 9, 11, 13, and 15 of the discharge side latter part have stopped. On the other hand, if analog command signal V_S is smaller than feedback signal $V_{F/B}$, the output signal (negative signal differential value) of the differential amplifying circuit 5 will be rectified in the negative signal half wave rectifier circuit 7, and the circuits 9, 11, 13, and 15 of the latter part by the side of discharge will be operated. Since rectification cancellation of the negative output signal from the differential amplifying circuit 5 is carried out in the Masanobu item half wave rectifier circuit 6 at this time, the charge side latter-part circuits 8, 10, 12, and 14 have stopped. On the other hand, it generates as an electromotive voltage of the current sensing resistor 20 in the charge and discharge current detector circuit 16, and the current which is actually flowing into the electrostrictive actuator 1 is generated as negative voltage, while discharging as positive voltage, when having charged the electrostrictive actuator 1. And impedance conversion of the signal from the current sensing resistor 20 is carried out by the operational amplifier, and it is outputted.

[0019]In [if analog command signal V_S is larger than feedback signal $V_{F/B}$ here] the amplifying circuit 8 for charging current control, Comparison amplification of the output voltage of the Masanobu item half wave rectifier circuit 6 and the positive output of the charge and discharge current detector circuit 16 is carried out, and output voltage becomes large with positive voltage, so that the signal of the Masanobu item half wave rectifier circuit 6 is larger than the Masanobu item of the charge and discharge current detector circuit 16. In [if

feedback signal $V_{F/B}$ is larger than analog command signal V_S] the amplifying circuit 9 for discharge current control on the other hand, Comparison amplification of the negative output voltage from the negative signal half wave rectifier circuit 7 and the negative output of the charge and discharge current detector circuit 16 is carried out, and output voltage becomes small, so that the signal of the negative signal half wave rectifier circuit 7 is smaller than the negative signal of the charge and discharge current detector circuit 16 (only in case of negative voltage).

[0020]And the signal from the amplifying circuit 8 for charging current control flows into the light emitting diode by the side of [charging signal transfer Foto Bolu IC12] primary via the primary side limiting resistance 10 of charging signal transfer Foto Bolu IC12, and voltage occurs in a secondary. Here, since the potential of the electrostrictive actuator 1 is connected as a base the secondary of charging signal transfer Foto Bolu IC12, and FET14 for charge, the base voltage of FET14 for charge will be controlled to the potential of the electrostrictive actuator 1. Therefore, big current flows into the light emitting diode of charging signal transfer Foto Bolu IC12, and big voltage occurs also in a secondary, so that the positive signal of the amplifying circuit 8 for charging current control is large. Therefore, the gate voltage of FET14 for charge becomes high, and big current flows through it into FET14 for charge. On the contrary, small current flows into the light emitting diode of charging signal transfer Foto Bolu IC12, small voltage occurs in a secondary, gate voltage of FET14 for charge is made low, and only small current flows into FET14 for charge, so that the positive signal of the amplifying circuit 8 for charging current control is small. This current flows into the electrostrictive actuator 1 via FET14 for charge from the high voltage power supply 2, and drives the electrostrictive actuator 1.

[0021]The charging current which flowed into the electrostrictive actuator 1 via FET14 for charge is detected by the charge and discharge current detector circuit 16, it is fed back to the amplifying circuit 8 for charging current control, and a closed loop is formed. By the temperature characteristics of charge transfer Foto Bolu IC12, etc., change secondary voltage or by the temperature characteristics of voltage V_{GS} -drain current I_D between gate sauce of FET14 for charge, etc. In having temperature characteristics in the charging current of the electrostrictive actuator 1 etc., by the signal from the Masanobu item half wave rectifier circuit 6, said closed loop is used as an object for charging current amendment. For example, the signal from the Masanobu item half wave rectifier circuit 6 in the large time when charging current is not enough, Since it is low, when the Masanobu item is further outputted by the amplifying circuit 8 for charging current control, the voltage from the charge and discharge current detector circuit 16 amends temperature characteristics, is stabilized and can send charging current in a wide temperature requirement.

[0022]Similarly, when the output voltage of the differential amplifying circuit 5 is negative, it

passes along the negative signal half wave rectifier circuit 7, it is compared with the negative signal (discharge current) from the charge and discharge current detector circuit 16 in the amplifying circuit 9 for discharge current control, and the negative signal according to the difference is outputted. And since the anode side by the side of [discharge signal transduction Foto Bolu IC13] primary (light emitting diode) is grounded, With the negative signal from the amplifying circuit 9 for discharge current control, current flows into the amplifying circuit 9 for discharge current control via the primary side current limiting resistor 11 from a primary discharge signal transduction Foto Bolu IC13 side (current flows into a primary discharge signal transduction Foto Bolu IC13 side). And FET15 for discharge is controlled with the secondary voltage of discharge signal transduction Foto Bolu IC13. Therefore, big current flows, big voltage occurs also in a secondary, gate voltage of FET15 for discharge is made high, and big current flows into the light emitting diode of discharge signal transduction Foto Bolu IC13 FET15 for discharge, so that the negative signal of the amplifying circuit 9 for discharge current control is small.

[0023]On the contrary, so that the negative signal of the amplifying circuit 9 for discharge current control is large (so that it is close to 0V) to the light emitting diode of discharge signal transduction Foto Bolu IC13. Small current flows, small voltage occurs also in a secondary, gate voltage of FET15 for discharge is made low, and small current flows into FET15 for discharge. This current is discharged via FET15 for discharge from the electrostrictive actuator 1, and the electrostrictive actuator 1 performs *****. The discharge current which flowed from the electrostrictive actuator 1 via FET15 for discharge is detected by the charge and discharge current detector circuit 16, it is fed back to the amplifying circuit 9 for discharge current control, and a closed loop is formed like the time of charge. It is the same as that of the function at the time of the charge which the closed loop at the time of discharge also mentioned above.

[0024]As a result, as shown in drawing 3, when analog command signal V_S is larger than feedback signal $V_{F/B}$, charging current is fluctuated by the size of the deviation, Overshooting and chattering which are produced according to the operation delay of the electrostrictive actuator 1 are prevented, and quick extension operation is attained. When analog command signal V_S is smaller than feedback signal $V_{F/B}$, the discharge current of the electrostrictive actuator 1 is fluctuated by the size of the deviation, and the same effect as the charge side is shown. Thus, based on the size of analog command signal V_S and feedback signal $V_{F/B}$, stable positioning is performed by changing a charge and discharge current.

[0025]Next, the above-mentioned operation of whole this example is explained. The position sensing device 4 detects the position according to actual elasticity of the electrostrictive actuator 1, send feedback signal $V_{F/B}$, and by the differential amplifying circuit 5. The deviation

of said feedback signal $V_{F/B}$ and analog command value V_S which is the desired values of the position of the electrostrictive actuator 1 from the control circuit 3 is called for. And a charge command signal is rectified among the signals from said differential amplifying circuit 5 in the Masanobu item half wave rectifier circuit 6, and a ready sink and a discharge command signal are rectified in the negative signal half wave rectifier circuit 7. And the current which is actually flowing into the electrostrictive actuator 1 is detected in the charge and discharge current detector circuit 16, at the time of charge, comparison amplification is carried out and the detecting signal and the signal of the Masanobu item half wave rectifier circuit 6 are amended in the amplifying circuit 8 for charging current control. At the time of discharge, comparison amplification is carried out and the signal of said charge and discharge current detector circuit 16 and the signal of the negative signal half wave rectifier circuit 7 are amended in the amplifying circuit 9 for discharge current control. Correction control of the primary side current which flows into charging signal transfer Foto Bolu IC12 with the amended this signal is carried out via the current limiting resistor 10. Amendment restriction of the primary side current which flows into discharge transfer Foto Bolu IC13 with the signal from said amended amplifying circuit 9 for discharge current control is carried out via the current limiting resistor 11. As a result, overshooting and chattering which are produced according to the operation delay of the electrostrictive actuator 1 are prevented, it is high-speed and highly precise and the electrostrictive actuator 1 is controlled.

[0026]The power supply (power source) for driving FET14 for charge which sends charging current through the electrostrictive actuator 1 according to this example, as stated above, Since it can generate in the secondary of charging signal transfer Foto Bolu IC12, it is very effective when controlling the thing of a capacitive load like the electrostrictive actuator 1. Since the secondary voltage of charging signal transfer Foto Bolu IC12 cannot send minute deer current, its impedance of a gate is high like FET, and its combination with the device which seldom needs the current for driving FET is also very effective. This becomes unnecessary [a floating power source and linear control IC], and the composition of the small and cheap drive for electrostrictive actuators is attained.

[0027]The circuitry of the differential amplifying circuit 5 in this example, the Masanobu item half wave rectifier circuit 6, the negative signal half wave rectifier circuit 7, the amplifying circuit 8 for charging current control, the amplifying circuit 9 for discharge current control, and the charge and discharge current detector circuit 16, It is not the thing limited to what was shown in drawing 1 but only an example of circuitry generally known. Therefore, what is necessary is just circuitry with which it is satisfied of these functions. As a concrete trade name of Foto Bolu IC which can suit this example, it is Toshiba Corp. make infrared LED+ photodiode array TLP591A etc.

[0028]This invention is the above-mentioned example. It is not limited, and when applying an

electrostrictive actuator to a hydraulic system, an oil pressure sensor may be used instead of the position sensing device 4, for example (when fluctuating oil pressure by elasticity of an electrostrictive actuator). When controlling an electrostrictive actuator according to the amount of injected charges, an electric charge detection sensor may be used instead of the position sensing device 4. For example, like the integration circuit shown with the dashed line of drawing 1, a charging current value (positive voltage) and a discharge current value (negative voltage) are outputted from the charge and discharge current detector circuit 16, an integration circuit is integrated with those values, and it becomes possible by using as an electric charge detection sensor instead of the position integration 4.

[0029]

[Effect of the Invention]The drive for electrostrictive actuators of this invention has the above-mentioned composition, and there are few part mark and it has the outstanding effect of being small and cheap.

[Translation done.]